

CRSC 矩形柱配筋算例

以《多高层钢筋混凝土结构设计》季韬、黄志雄编著，机械工业出版社 2007 年 7 月第一版中的框架结构例题为算例。其简单介绍如下：某三层宿舍楼，结构重要性系数为 1.0，地震加速度为 0.1g，抗震设防烈度为 7 度，设计地震分组为一组，地面粗糙程度为 B 类，场地类别为 II 类，50 年一遇的修正后的基本风压为 0.7kN/m^2 ，框架抗震等级为三级。采用 C25 混凝土，柱纵筋、箍筋分别为 HRB335、HPB235。结构平面如图 1 示。横向柱网 $5 \times 3000\text{mm}$ ，纵向柱网 $6000\text{mm}+2400\text{mm}+6000\text{mm}$ 。柱截面尺寸均为 $300\text{mm} \times 400\text{mm}$ 、主梁截面尺寸为 $200\text{mm} \times 500\text{mm}$ 。首层层高为 3.9m，二、三层层高均为 3.0m。

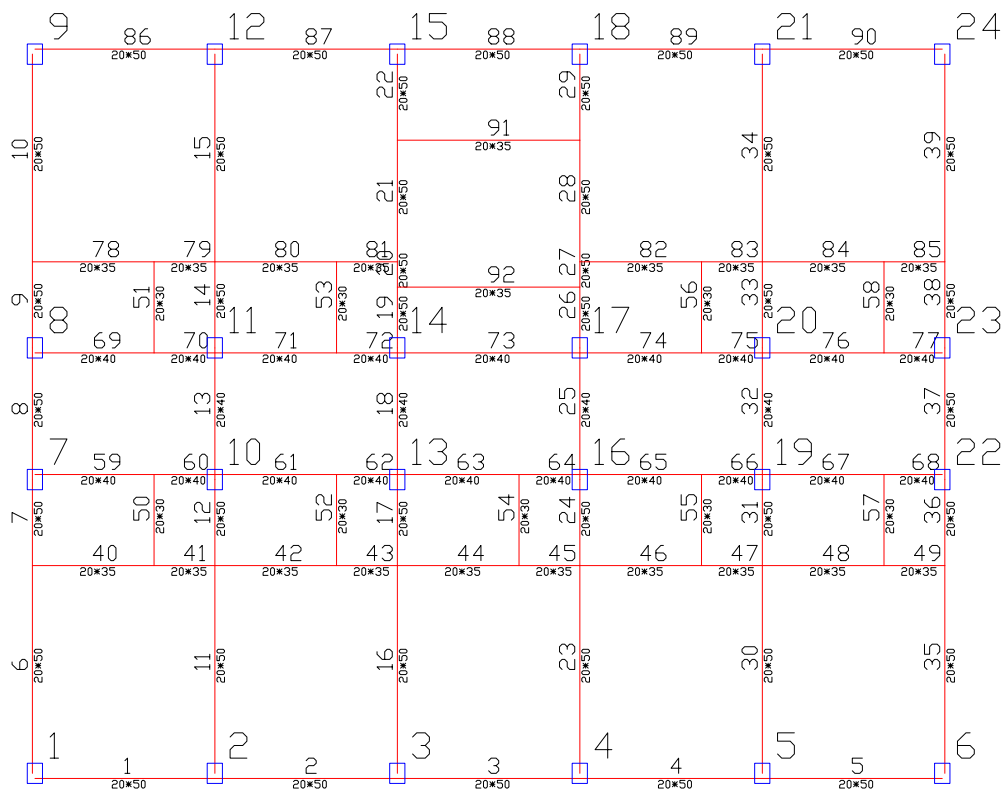


图 1 首层结构平面及梁、编号

该算例用 2007 年版本 PKPM 软件建模和用 SATWE 软件计算，计算考虑了地震作用的偶然偏心，结果数据文件见该书所附光盘。我们使用该书提供的结构内力数据对首层 1 号角柱（见图 1）进行手算配筋，并对 CRSC 配筋结果进行复核。

satwe 输出的首层构件内力文件 wwn1.out 中对于 1 号柱的内力输出如下：

(iCase) Shear-X Shear-Y Axial Mx-Btm My-Btm Mx-Top My-Top

N-C =	1	Node-i=	25,	Node-j=	1,	DL= 3.900(m),	Angle= 0.000
(1)	-23.0	0.8	50.5	-1.7	-48.4	-1.6	41.2
(2)	-21.7	-1.8	50.2	4.3	-45.6	2.7	38.8
(3)	-24.3	3.2	50.9	-7.0	-51.2	-5.5	43.6
(4)	0.1	-24.7	31.1	56.5	0.2	39.8	-0.2
(5)	-1.9	-21.0	31.7	48.2	-4.0	33.8	3.3
(6)	2.0	-28.4	30.6	64.8	4.3	45.8	-3.7
(7)	-7.4	0.1	15.5	-0.1	-15.4	-0.2	13.2
(8)	0.0	-8.5	10.0	19.2	0.0	13.8	-0.1
(9)	1.0	5.2	-215.8	-6.7	1.3	-13.5	-2.6
(10)	0.2	0.9	-23.1	-1.1	0.2	-2.3	-0.5

虽然水平荷载在该柱中产生的弯矩占总弯矩的 75% 以上, 但与书中 satwe 计算结果比较, 这里按《混凝土结构设计规范》7.3.11-2 条款确定柱的计算长度。

CRSC 软件在读取 SATWE 内力后进行配筋, 结果如下:

N-C= 1 (1)B*H= 300* 400 Ac= 120000. C25 aa=30 Clx= 1.00 Cly= 1.00 Lc= 3.90 (m) 角柱; 3级验算
 (51)CRN= -267.1 Mx=-116.2 My= -5.3 bars 8D18 As= 2035.8 Rs=1.70(%)
 (45)N= -339.0 kN Uc= 0.237 Rss=0.64(%)
 (8)Nmin= -194.1 (21)Vxsw 11.8 (23)Vysw 19.0
 (48)Nmin= -161.2 (45)Vxe= 45.7 (47)Vye= 60.7; 3级构造
 HDZ 1133. d 8 s 100. (PV) $\lambda v= 0.14$ AsvFyv/S= 360.6 Rsv=1.15(%) H/B= 8.5 N-DZ s 200. (PV)

经分析(过程略) 51 号内力组合控制该柱正截面的配筋量, 下面对此内力组合进行手算。

51 号内力组合式为:

1.0×永久荷载效应+0.5×可变荷载效应-1.3×y 向 (-5%) 偶然偏心地震作用效应
 将柱下端的轴力代入上式, 可得:

$$-215.8+0.5 \times (-23.1)-1.3 \times (30.6)=-215.8-11.55-39.78=-267.13 \text{ kN}$$

将柱下端的 x、y 向弯矩代入上式, 可得:

$$-6.7+0.5 \times (-1.1)-1.3 \times (64.8)=-6.7-0.55-84.24=-91.49 \text{ kN-m}$$

$$1.3+0.5 \times (0.2)-1.3 \times (4.3)=1.3+0.1-5.59=-4.19 \text{ kN-m}$$

弯矩设计值是在内力组合值基础上乘三级抗震等级柱根内力调整系数 1.15, 再乘角柱调整系数 1.1, 合计乘 1.27。

$$M_x=-91.49 \times 1.27=-116.19 \text{ kN-m}; M_y=-4.19 \times 1.27=-5.32 \text{ kN-m}$$

$$\text{偏心距 } e_0 = M/N, e_{0x} = M_x/N=-116.19/267.13=-0.435 \text{ m}; e_{0y} = M_y/N=-5.32/267.13=-0.0199 \text{ m}$$

$$\text{附加偏心距 } e_a = \max\{20, h/30\}=20\text{mm}$$

$$\text{初始偏心距 } e_i = e_0 + e_a, e_{ix}=-455 \text{ mm}; e_{iy}=-39.9 \text{ mm}$$

偏心距增大系数计算

$$\zeta_1 = 0.5 f_c A/N = 0.5 \times 11.9 \times 300 \times 400 / 267130 = 2.67 > 1.0 \text{ 取 } \zeta_1 = 1.0$$

X 方向: $l_0/h=1.0 \times 3900/300=13.0$; Y 方向: $l_0/h=1.0 \times 3900/400=9.75$ 均小于 15, 故 $\zeta_2=1.0$

$$\text{X 方向: } \eta_x = 1 + \frac{1}{1400 e_i/h_0} \left(\frac{l_0}{h} \right)^2 \zeta_1 \zeta_2 = 1 + \frac{1}{1400 \times 455/260} (13)^2 = 1 + \frac{169}{2450} = 1.069$$

$$\text{Y 方向: } \eta_y = 1 + \frac{1}{1400 e_i/h_0} \left(\frac{l_0}{h} \right)^2 \zeta_1 \zeta_2 = 1 + \frac{1}{1400 \times 39.9/360} (9.75)^2 = 1 + \frac{95.0625}{155.167} = 1.612$$

$$\text{弯矩为: } N \eta_x e_{ix} = 267.13 \times 1.069 \times (-0.455) = -129.93 \text{ kN-m}$$

$$N \eta_y e_{iy} = 267.13 \times 1.612 \times (-0.0399) = -17.18 \text{ kN-m}$$

$$\text{对应的轴压比为: } n = 267.13 \times 1000 / (11.9 \times 300 \times 400) = 0.187$$

三数再各自乘 $\gamma_{RE}=0.85$, 得 $M_x=-103.9 \text{ kN-m}$ 、 $M_y=-13.8 \text{ kN-m}$ 、 $n=0.159$

根据此三值（考虑截面抵抗弯矩的对称性）查由网格法计算出的该截面配 8 根相同直径的 HRB335 纵筋（位置见图 2）的抵抗弯矩图（图 3 只提供其 18mm 直径纵筋的图），可知此柱要配 8 根 18mm 直径的纵向受力钢筋。

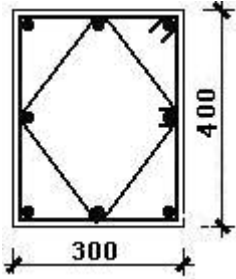


图 2 钢筋在截面中的位置

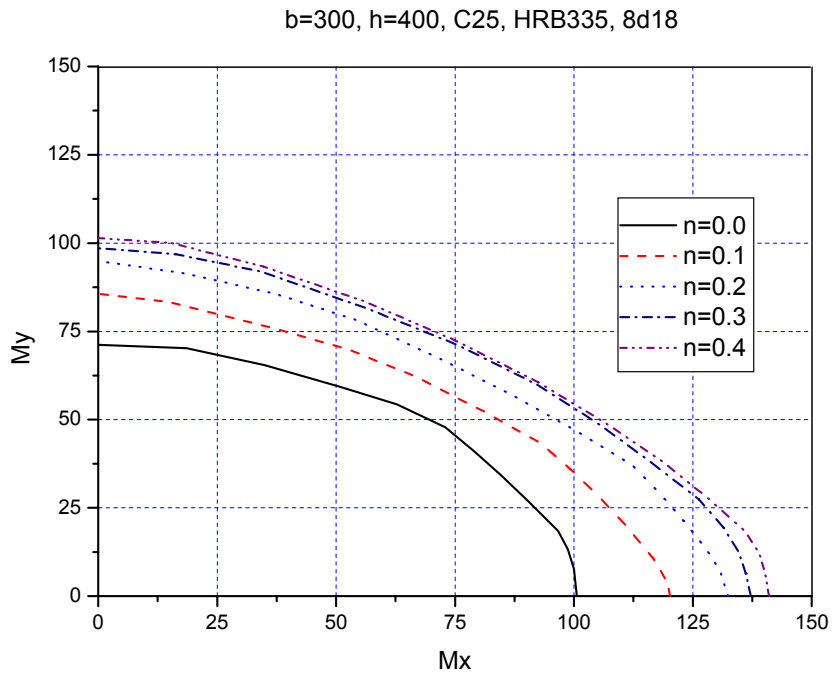


图 3 抵抗弯矩图

柱剪力校核

45 号内力组合式为：

$1.2 \times \text{永久荷载效应} + 0.6 \times \text{可变荷载效应} - 1.3 \times x \text{ 向 } (-5\%) \text{ 偶然偏心地震作用效应}$
将柱端的剪力代入上式，可得：

$$1.2 \times 1.0 + 0.6 \times 0.2 - 1.3 \times (-24.3) = 1.2 + 0.12 + 31.59 = 32.91 \text{ kN}$$

47 号内力组合式为：

$1.2 \times \text{永久荷载效应} + 0.6 \times \text{可变荷载效应} - 1.3 \times y \text{ 向 } (-5\%) \text{ 偶然偏心地震作用效应}$
将柱端的剪力代入上式，可得：

$$1.2 \times 5.2 + 0.6 \times 0.9 - 1.3 \times (-28.4) = 6.24 + 0.54 + 36.92 = 43.7 \text{ kN}$$

剪力设计值是在内力组合值基础上乘三级抗震等级柱根内力调整系数 1.27，再乘角柱调整系数 1.1，合计乘 1.397。乘后分别得 $V_x=46.0 \text{ kN}$ ； $V_y=61.0 \text{ kN}$ ，它们分别与 crsc 输出结果相近。

为读者便于比较列出 satwe 输出的该柱的配筋结果信息如下（引自书中光盘文件 wpj1.out）：

N-C= 1 (1)B*H(mm)= 300* 400

Cover= 30(mm) Cx= 1.00 Cy= 1.00 Lc= 3.90(m) Nfc= 3 Rcc= 25.0

混凝土柱 角柱

(29)Nu= -337. Uc= 0.24 Rs= 2.13(%) Rsv= 0.48(%) Asc= 153.0

(35)N= -265. Mx= -90. My= 2. Asxt= 504. Asxt0= 504.

(33)N= -292. Mx= -9. My= -72. Asyt= 688. Asyt0= 688.

(35)N= -265. Mx= -116. My= -5. Asxb= 725. Asxb0= 725.

(33)N= -292. Mx= 2. My= 86. Asyb= 862. Asyb0= 862.

(1)N= -311. Vx= 1. Vy= 8. Ts= 0. Asvx= 70. Asvx0= 0.

(35)N= -265. Vx= -2. Vy= 59. Ts= -1. Asvy= 70. Asvy0= 2.